نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۰۳۴-۱۰۲۳

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1023-1034

ردپای اکولوژیکی غذا در ایران

علیرضا کوچکی[1*]، مهدی نصیری محلاتی[1] و سرور خرم‌دل[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۱۲

کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، و خرم دل، س. ۱۳۹۷. ردپای اکولوژیکی غذا در ایران. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۴): ۱۰۳۴-۱۰۲۳.

چکیده

طی دو دهه گذشته تعیین ردپای اکولوژیکی و استفاده از آن در ارزیابی پایداری بوم نظام‌ها مورد توجه محققین قرار گرفته است. از آنجا که، اطلاعات محدودی در مورد ردپای اکولوژیکی ایران و اجزای آن در اختیار می‌باشد، در این پژوهش وضعیت تولید و مصرف گروه‌های مختلف مواد غذایی و ردپای اکولوژیکی غذای کشور بررسی و با سایرکشورها مقایسه شده است. نتایج نشان داد که میزان کل تولید و مصرف مواد غذایی کشور در سال ۹۲-۱۳۹۱ به ترتیب ۸۹/۵ و ۹۴/۶ میلیون تن و نسبت این دو مقدار یا ضریب خودکفایی غذایی معادل ۰/۸۷ بوده است. ضریب خودکفایی برای غلات، دانه‌های روغنی و گیاهان قندی به ترتیب ۰/۶۹، ۰/۱۲ و ۰/۴۸ بدست آمد که حاکی از وابستگی این محصولات به واردات است و در مقابل تولید سبزی و میوه‌جات بیشتر از مصرف بود و در مورد سایر گروه‌های غذایی نوعی تعادل بین تولید مصرف وجود داشت. ردپای اکولوژیکی غذای کشور براساس هکتار جهانی هکتار جهانی بر نفر ۰/۸۸ و بر اساس هکتار محلی، هکتار محلی بر نفر۱/۰۴ برآورد شد و این تفاوت به دلیل کارآیی کمتر نظام تولید غلات و گوشت و لبنیات کشور نسبت به میانگین جهانی این محصولات می‌باشد. حدود ۴۸ درصد از ردپای غذای کشور مربوط به گوشت و لبنیات و ۳۳ درصد آن نیز مربوط به غلات بود. بر اساس یافته‌های این تحقیق ردپای غذا در ایران بزرگتر از ردپای غذا در قاره آسیا (هکتار جهانی بر نفر ۰/۷) و تقریباً معادل میانگین جهانی آن (هکتار جهانی بر نفر ۰/۹) می‌باشد. بعلاوه مقدار ردپای غذای کشور در فاصله سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۲ با ۷۶ درصد افزایش از ۰/۵ به هکتار جهانی بر نفر ۰/۸۸رسیده و تداوم این روند در آینده پیآمدهای زیست‌محیطی جدی به همراه خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: امنیت غذایی، ردپای غذا، ضریب خودکفایی، هکتار محلی

مقدمه

ردپای اکولوژیکی[2] که مفهوم آن نخستین بار توسط ریس (Rees, 1992) ارائه و در ادامه بوسیله واکرناگل و ریس (Rees, 1996) کامل گردید نوعی شاخص کمّی است که مساحت زمین لازم برای تأمین نیازها و دفع ضایعات توسط افراد یک جمعیت را که در قلمرو جغرافیایی مشخصی زندگی می‌کنند توصیف می‌کند. این شاخص در واقع عکس ظرفیت نگهداری[3] است، بنابه تعریف، ظرفیت نگهداری عبارتست از حداکثر جمعیتی که یک محدوده جغرافیایی معین می‌تواند در خود نگهداری کند و بر حسب «تعداد افراد در هکتار» برآورد می‌شود، در حالی‌که ردپای اکولوژیکی مساحت لازم برای حفظ کارکرد طبیعی هر یک از افراد جمعیت بوده و بر حسب «هکتار بر نفر» توصیف می‌گردد (Rees, 1996). ردپای اکولوژیکی را بسته به هدف مطالعه می‌توان برای یک فرد، جمعیتی از افراد (شهر)، یک استان، یک کشور و یا کل جهان محاسبه کرد.

جهت تأمین غذا و خدمات برای افراد جمعیت به انواع مختلفی از اراضی (برای مثال، زمین زراعی، جنگل یا مرتع) نیاز است. بدیهی است که قابلیت تولید انواع اراضی مشابه هم نبوده و بعبارت دیگر، تولید سالانه یک هکتار زمین زراعی معادل یک هکتار مرتع نمی‌باشد. بنابراین، برای توصیف کل مساحت مورد نیاز برای هر فرد، لازم است تا مساحت اراضی مختلف با یکدیگر معادل‌سازی شوند. به این منظور ردپای اکولوژیکی بر حسب واحدی موسوم به هکتار جهانی بیان می‌شود (Rees, 1992). بنا به تعریف، یک هکتار جهانی مساحتی

۱ و ۲- به ترتیب استاد و دانشیار گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: akooch@um.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v10i4.40518

2- Ecological foot print
3- Carrying capacity

است که قابلیت تولید آن معادل میانگین تولید در اراضی که دارای توان زیستی در جهان هستند باشد (Wackernagel et al., 2004). در عمل میانگین تولید در یک هکتار جهانی معادل یک در نظر گرفته شده و انواع اراضی نسبت به این مقدار سنجیده می‌شوند (Wiedmann & Lenzen, 2007).

در طی دو دهه گذشته محققین تلاش گسترده‌ای را برای محاسبه ردپای اکولوژیکی برای شهرها و کشورهای مختلف جهان آغاز کرده‌اند تا از این طریق درجه پایداری بوم نظام‌ها بصورت کمّی ارزیابی شده و راهکارهای مدیریتی برای بهبود وضعیت آنها ارائه شود (Huang et al., 2007; Sanderson et al., 2002). بطور کلی بر اساس آخرین برآوردها سرانه ردپای قاره آفریقا ۱/۲، آمریکای شمالی ۹/۲، اروپای شمالی ۵/۴، خاورمیانه ۲/۱ و میانگین کره زمین ۲/۲ هکتار جهانی می‌باشد (WWF, 2012). این نوع اطلاعات که توسط مؤسسات بین‌المللی ارائه می‌شود وضعیت کلی جهان را بازگو می‌کنند، ولی در عین حال مطالعاتی برای محاسبه ردپای اکولوژیکی در مناطق مختلف جهان و در مقیاس‌های مختلف انجام شده است تا علاوه بر بهبود روش‌های محاسباتی جهت کاربردهای منطقه‌ای، معیار دقیق‌تری از وضعیت پایداری بوم‌نظام‌ها بدست آید (Stoglehner, 2003; van Vuuren & Bouwman, 2005). سیچه و همکاران (Siche et al., 2009) ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی کشور پرو را محاسبه و با مقادیر گزارش شده توسط سازمان‌های بین‌المللی مقایسه کردند. نتایج نشان داد که اگرچه ردپای محاسبه شده با برآوردهای جهانی قابل مقایسه است، ولی ظرفیت زیستی واقعی پرو به مراتب بیشتر از مقدار پیش‌بینی شده توسط مؤسسات بین‌المللی می‌باشد. آرا بیگم و همکاران (Ara Begum et al., 2009) نیز نشان دادند که ردپای اکولوژیکی کشور مالزی با برآوردهای انجام شده توسط شبکه‌های جهانی تفاوت دارد و این تفاوت ناشی از نوع داده‌های مورد استفاده و روش محاسبات می‌باشد. نتایج مشابهی در مورد مغایرت ردپای واقعی کشور استرالیا با پیش‌بینی‌های جهانی توسط لنزن و مورای (Lenzen & Murray, 2001) گزارش شده است. این بررسی‌ها ضرورت انجام مطالعات در مقیاس ملی را آشکار ساخته و بر همین اساس کیتزس و همکاران (Kitzes et al., 2009) در بررسی جامعی دستور کار عمومی برای اصلاح و بهبود محاسبات ردپای اکولوژیکی در مقیاس ملی را ارائه کردند.

با وجودی‌که سابقه مطالعات مربوط به ردپای اکولوژیکی در جهان به بیش از ۳۰ سال پیش می‌رسد، تا کنون تحقیق جامعی در مقیاس ملی درباره محاسبه این شاخص و استفاده از آن برای ارزیابی‌های اکولوژیکی در ایران انجام نشده است. این وضعیت خود تأکیدی بر ضرورت اجرای این نوع پژوهش‌ها در کشور است. در واقع، اغلب مطالعات انجام شده در کشور در مقیاس کوچک (شهر یا نواحی شهری) می‌باشند که از جمله آنها می‌توان به محاسبه ردپای اکولوژیکی شهرهای تهران (Sassanpour, 2006)، کرمانشاه (Gharakhloo et al., 2013) و منطقه الهیه در تهران (Samadpour, 2006) اشاره کرد. تنها مورد قابل اشاره در مقیاس ملی پژوهشی است که توسط عربی یزدی و همکاران (Arabi Yazdi et al., 2009) جهت محاسبه ردپای اکولوژیکی آب در کشاورزی ایران اجرا شده است. این تحقیق که عمدتاً بر محاسبه میزان آب مجازی برای محصولات زراعی مختلف تأکید دارد، سرانه مصرف آب را به عنوان شاخصی از ردپای آب مورد بررسی قرار داده است.

در منابع علمی مرتبط با ردپای اکولوژیکی به ردپای تولید محصولات کشاورزی اصطلاحاً ردپای غذا[1] گفته می‌شود که شامل مساحت لازم برای تأمین غذای افراد یک جمعیت (بدون در نظر گرفتن انرژی مصرفی در فرآوری و حمل و نقل مواد غذایی) می‌باشد (Collins & Fairchild, 2007). با توجه به اهمیت موضوع، ردپای غذا در کشورهای مختلف از جمله کانادا (Kissinger, 2013)، چین (Chen et al., 2010) و اسکاتلند (Frey & Barrett, 2007) مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از این تحقیق ارزیابی وضعیت تولید و مصرف گروه‌های مختلف مواد غذایی و محاسبه ردپای اکولوژیکی غذا در ایران، مقایسه آن با سایر کشورها و ارزیابی وضعیت پایداری بوم‌نظام‌های کشاورزی کشور بر اساس این شاخص می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری اطلاعات: برای محاسبه ردپای اکولوژیکی به حجم زیادی از داده‌ها در مورد میزان مصرف و ضایعات حاصل از تولید مواد غذایی نیاز است. به این منظور اطلاعات مربوط به میزان مصرف سرانه انواع مواد غذایی شامل غلات، روغن، حبوبات، شیر و لبنیات، گوشت و سایر گروه‌های مواد غذایی از منابع اطلاعاتی (وزارت جهاد کشاورزی، وزارت بازرگانی و معاونت برنامه‌ریزی استانداری) و نیز آمار و اسناد انتشار یافته در بانک‌های اطلاعاتی کشور جمع‌آوری شد. به علاوه داده‌های مربوط به صادرات و واردات هر یک از گروه‌های مواد غذایی نیز تهیه گردید.

محاسبه ردپای اکولوژیکی چارچوبی مشخص و استاندارد داشته (Kitzes et al., 2009; Wackernagel et al., 2004) و به ترتیب زیر انجام شد:

محاسبه میزان مصرف هر یک از انواع مواد غذایی: میزان مصرف هر گروه از محصولات غذایی برابر است با مقدار تولید داخلی به علاوه واردات، منهای صادرات آن محصول (معادله ۱):

$$C_i = P_i + I_i - E_i \qquad \text{معادله (۱)}$$

1- Food print

که در آن، C_i: میزان مصرف ماده غذایی i ، و Y_i، I_i، و E_i: به ترتیب میزان تولید، واردات و صادرات آن ماده غذایی (بر حسب تن) می‌باشند.

محاسبه مساحت لازم یا ردپا برای هر نوع محصول غذایی:

معادله (۲)
$$A_i = \frac{C_i}{Y_i}$$

که در آن، A_i: مساحت لازم برای محصول i (هکتار)، C_i: میزان مصرف محصول i (تن) و Y_i: میانگین جهانی عملکرد محصول i (تن در هکتار) می‌باشد.

تبدیل مساحت به هکتار جهانی: مواد غذایی مختلف از انواع زمین‌های زراعی تأمین می‌شوند، برای مثال، تولید لبنیات یا گوشت علاوه بر اراضی مرتعی، برای تولید خوراک دام به زمین‌های زراعی نیز نیاز دارد، در حالی‌که تولید غلات تنها در زمین‌های زراعی انجام می‌شود. بدیهی است که قابلیت تولید اراضی مختلف با هم یکسان نبوده و در نتیجه مساحت آنها قابل مقایسه نمی‌باشد. برای رفع این مشکل، مساحت محاسبه شده برای هر نوع محصول باید به واحد هکتار جهانی تبدیل شود. این عمل یعنی معادل‌سازی مساحت اراضی با استفاده از ضرایب معادل[1] (fe) مربوط به هر نوع کاربری زمین انجام می‌شود، مقدار این ضرایب در جدول ۱ ارائه شده است (Hails et al., 2006). برای مثال، ضریب تبدیل برای اراضی زراعی ۲/۲ و برای اراضی مرتعی ۰/۴۸ هکتار جهانی بر هکتار می‌باشد. بنابراین، هر هکتار زمین زراعی معادل ۲/۲ هکتار جهانی و هر هکتار مرتع معادل ۰/۴۸ هکتار جهانی است. این ضرایب با توجه به ظرفیت تولید انواع اراضی ثابت نبوده و در طی زمان تغییر می‌کند، مقادیر استاندارد ضرایب تبدیل توسط شبکه جهانی ردپای اکولوژیکی گزارش می‌شود.

به این ترتیب، با استفاده از این ضرایب تبدیل ردپای اکولوژیکی هر محصول (ef_i) بر حسب هکتار جهانی از معادله (۳) محاسبه شد (Kitzes & Wackernagel, 2009):

معادله (۳)
$$ef_i = A_i \times f_{e,i}$$

که در آن، $f_{e,i}$: ضریب تبدیل محصول i (هکتار جهانی بر هکتار) و A_i: مساحت لازم برای تأمین نیاز مصرف محصول i (معادله ۲) می‌باشند.

محاسبه ردپای اکولوژیکی: در نهایت، ردپای اکولوژیک (EF) برای کل مواد غذایی بر حسب هکتار جهانی از معادله (۴) بدست آمد:

معادله (۴)
$$EF = \sum_{i=1}^{n} ef_i$$

ردپای اکولوژیکی سرانه (ef) بر حسب هکتار جهانی به ازای هر نفر با تقسیم کردن EF بر جمعیت کشور (N) محاسبه شد (معادله ۵):

معادله (۵)
$$ef = \frac{EF}{N}$$

جدول ۱- ضرایب معادل مربوط به انواع مختلف کاربری اراضی جهت تبدیل ردپا به واحد هکتار جهانی

Table 1- Equivalence factor for different land uses for calculation of ecological footprint in Global hectares

نوع کاربری زمین Type of land use	ضریب معادل (هکتار/هکتار جهانی) Equivalence factor (Gha/ha)
اراضی زراعی حاشیه‌ای Marginal croplands	1.80
اراضی زراعی اصلی Major croplands	2.20
جنگل‌ها Forests	1.40
مراتع Rangelands	0.48
آب‌های ماهیگیری Fishery ground	0.36
اراضی ساخت و ساز Built up lands	2.20

منبع: هایلز و همکاران (Hails et al., 2006)

(Source: Hails et al., 2006)

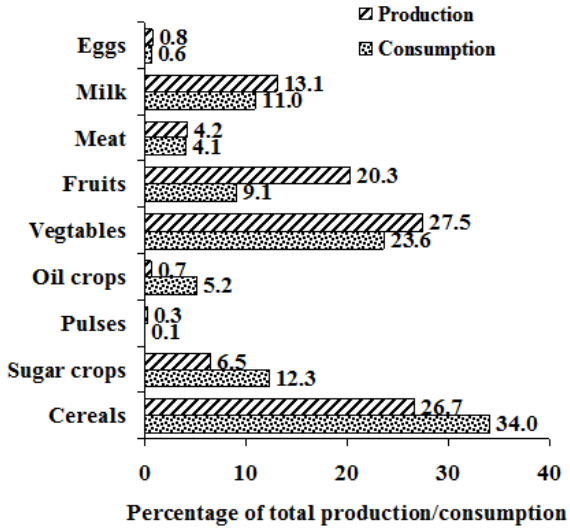
لازم به ذکر است که ردپای گوشت و شیر بر اساس میزان علوفه مصرفی در تولید این محصولات و مساحت اراضی لازم برای این منظور محاسبه شد. منابع اصلی تعلیف دام و طیورکشور مراتع، جو، ذرت (علوفه‌ای و دانه‌ای)، بقولات علوفه‌ای و کنسانتره‌های دامی می‌باشند. مقدار مصرف هر یک از انواع علوفه به وسیله ضرایب تبدیل استاندارد که به نوع دام و محصول بستگی دارند، به میزان گوشت و شیر تولید شده تبدیل شد.

نتایج و بحث

تولید و مصرف مواد غذایی

بطور کلی، در سال ۹۲-۱۳۹۱ در حدود ۸۹/۵ میلیون تن مواد غذایی درکشور تولید و بالغ بر ۹۴/۶ میلیون تن غذا مصرف شده است. توزیع تولید و مصرف بین گروه‌های مختلف مواد غذایی نشان داد که بجز روغن، قند و شکر و غلات که میزان مصرف آنها در کشور بیشتر از تولید می‌باشد، در سایر گروه‌های مواد غذایی بین تولید و مصرف تعادل برقرار بوده و در مورد میوه، سبزیجات و تا حدودی لبنیات، مازاد تولید نیز مشاهده می‌شود (شکل ۱).

1- Equivalence factor

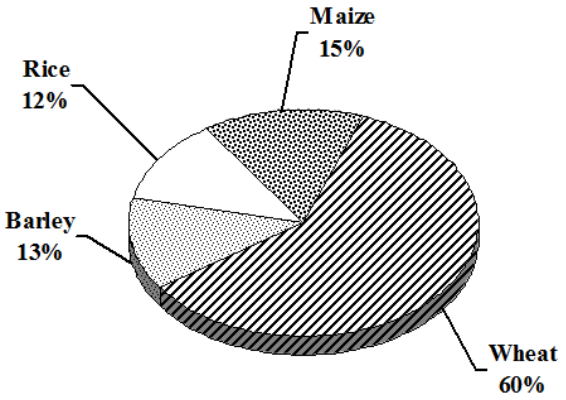


شکل ۱- سهم هر یک از گروه‌های مواد غذایی در میزان کل تولید و مصرف غذا در کشور که بر اساس داده‌های سال ۹۲-۱۳۹۱ محاسبه شده است.

Fig. 1- Contribution of different food stuffs in total food production and consumption in Iran, calculated based on 2012-2013 data.

نتایج نشان داد که در حدود ۱۲ درصد از کل مصرف کشور مربوط به روغن است، در حالی‌که محصولات زراعی روغنی تنها ۰/۷ درصد از کل تولید کشور را شامل می‌شوند، بنابراین، بخش بسیار بزرگی از مصرف آن از طریق واردات تأمین می‌شود و از این لحاظ گیاهان قندی و غلات در رده‌های بعدی قرار دارند (شکل ۱). در مقابل میوه‌جات در حدود ۲۰ درصد از کل تولید کشور را به خود اختصاص داده‌اند، در حالی‌که نه درصد از کل میزان مصرف مربوط به این گروه بوده و مازاد آن صادر شده است.

گوشت و لبنیات به عنوان منابع اصلی پروتئین در حدود ۱۵ درصد از کل غذای مصرفی در کشور را شامل می‌شوند، در حالی‌که سهم غلات از کل مصرف ۳۴ درصد است، این تفاوت نشان می‌دهد که در حال حاضر غلات مهمترین جزء رژیم غذایی مردم ایران می‌باشند. یادآوری می‌شود که در محاسبات گندم و برنج که به‌ترتیب ۶۱ و ۱۲ درصد میزان مصرف را شامل می‌شوند (شکل ۲). همراه با ۵ درصد از محصول ذرت و جو به عنوان غلات با مصرف مستقیم در نظر گرفته شده و باقیمانده بصورت علوفه در تولید فرآورده‌های دام و طیور منظور شده است.

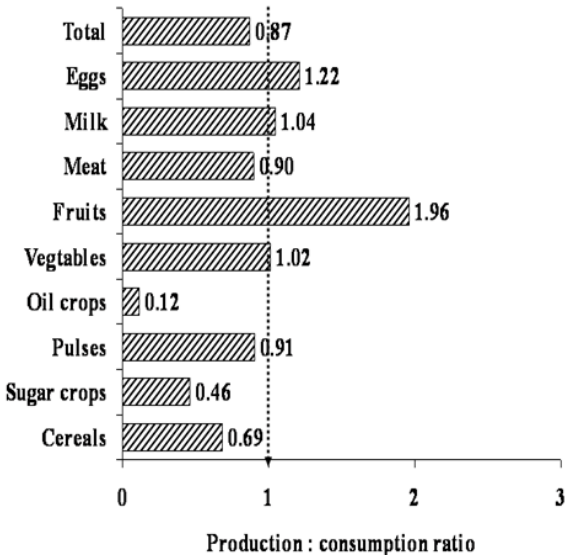


شکل ۲- توزیع درصد محصولات مختلف در میزان کل مصرف غلات کشور بر اساس داده‌های سال ۹۲-۱۳۹۱

Fig. 2- Contribution of different species in total consumption of cereals in Iran, calculated based on 2012-2013 data

وضعیت خودکفایی

نسبت مقدار تولید سالانه به مصرف سالانه مواد غذایی به عنوان ضریب خودکفایی برای گروه‌های مختلف محصولات در شکل ۳ ارائه شده است.



شکل ۳- نسبت میزان تولید به مصرف یا ضریب خودکفایی برای گروه‌های مختلف مواد غذایی در کشور که بر اساس داده‌های سال ۹۲-۱۳۹۱ محاسبه شده است.

Fig. 3- Production: consumption ratio (self sufficiency coefficient) for different food stuffs in Iran, calculated based on 2012-2013 data.

کمترین مقدار این ضریب مربوط به دانه‌های روغنی است، بطوری‌که تولید داخلی تنها ۱۲ درصد از نیازهای مصرفی را تأمین کرده و ۸۸ درصد باقیمانده به واردات وابسته است. در مورد گیاهان قندی و غلات نیز به ترتیب ۵۴ و ۳۱ درصد وابستگی وجود دارد که چندان مطلوب نمی‌باشد. ضریب خودکفایی برای میوه‌جات بسیار بالا و در مورد سایر مواد غذایی در حدود ۱ بدست آمد (شکل ۳) که این موضوع موید تعادل بین تولید و مصرف می‌باشد.

ضریب خودکفایی برای کل محصولات غذایی کشور معادل ۰/۸۷ است که نشان‌دهنده ۱۳ درصد وابستگی است. این سطح از خودکفایی در تولیدات کشاورزی در مقایسه با سایر کشورهای جهان مطلوب و قابل قبول می‌باشد. البته باید توجه داشت که در کشور ما بخش عمده وابستگی غذایی مربوط به منابع تأمین انرژی (چربی و کربوهیدرات‌ها) می‌باشد و برخی برآوردها نشان می‌دهد که در حدود ۵۰ درصد از کالری مورد نیاز کشور به منابع وارداتی وابسته است.

برآوردهای سازمان خواروبار جهانی (FAO, 2013) نشان می‌دهد که میانگین ضریب خودکفایی مواد غذایی در کشورهای توسعه‌یافته ۱/۱۹، در کشورهای در حال توسعه ۰/۷۱ و در آسیا ۰/۸۰ می‌باشد. در مقیاس جهانی اطلاعات محدودی در مورد خودکفایی در گروه‌های مختلف غذایی نظیر آنچه در شکل ۳ ارائه شده در دسترس است. برای مثال، نسبت تولید به مصرف غلات در سال ۲۰۱۰ میلادی درکشورهای توسعه یافته ۱/۲۴ و در کشورهای در حال توسعه ۰/۸۱ بوده (FAO, 2010) که بر اساس یافته‌های این تحقیق (شکل ۳) در حدود ۲۰ درصد بالاتر از ضریب خودکفایی غلات در ایران می‌باشد. البته بنظر می‌رسد که بالا بودن این ضریب در کشورهای در حال توسعه به دلیل منظور کردن چین در این گروه می‌باشد، زیرا چین در طی ۱۰ سال گذشته اولین تولید کننده گندم در جهان بوده است (Chen et al., 2010).

ردپای اکولوژیکی غذا

بر اساس یافته‌های این تحقیق ردپای اکولوژیکی غذای کشور در حال حاضر معادل ۰/۸۸ هکتار جهانی به ازای هر نفر می‌باشد، لازم به ذکر است که در محاسبه ردپای غذا معمولا پوشاک (الیاف با منشاء گیاهی یا دامی) و چوب[1] نیز در نظر گرفته می‌شود که در این پژوهش لحاظ نشده است. البته با توجه به اینکه کشت گیاهان الیافی در ایران بسیار محدود می‌باشد و با احتساب سرانه اندک چوب، می‌توان با منظور کردن الیاف و چوب، ردپای غذا، الیاف و چوب در کشور را ۰/۹ هکتار جهانی بر نفر برآورد کرد.

توزیع ردپا بین گروه‌های مختلف غذایی در شکل 4a ارائه شده است. گوشت، تخم مرغ و لبنیات بزرگترین ردپای غذا را در بین گروه‌های مختلف داشتند و غلات پس از این گروه در رتبه بعدی قرار گرفت. این دو گروه غذایی در حدود ۸۰ درصد از ردپای غذای کشور را بخود اختصاص دادند و چنانچه روغن و قند و شکر نیز به آن اضافه شود بالغ بر ۹۰ درصد ردپای غذا را شامل خواهند شد (شکل 4b).

البته این نتیجه که منابع تأمین پروتئین، کربوهیدرات و چربی بخش اصلی ردپای غذا را در بر می‌گیرند دور از انتظار نبوده و چنین الگویی تقریباً در تمام مناطق جهان مشاهده شده است (Carlsson-Kanyama & Gonzalez, 2009). مقایسه نتایج ارائه شده در شکل‌های ۱ و ۴ نشان می‌دهد با وجودی‌که سهم غلات در غذای مصرفی کشور بیش از دو برابر گوشت و لبنیات می‌باشد، ولی ردپای منابع پروتئینی بمراتب از غلات بزرگتر بوده و تقریباً نیمی از ردپای غذا (۴۸ درصد) را شامل شده است. این تفاوت در توافق با سایر مطالعات (Chen et al., 2010) نشان می‌دهد که تغییر رژیم غذایی از غلات به مواد پروتئینی، ردپای غذا را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد.

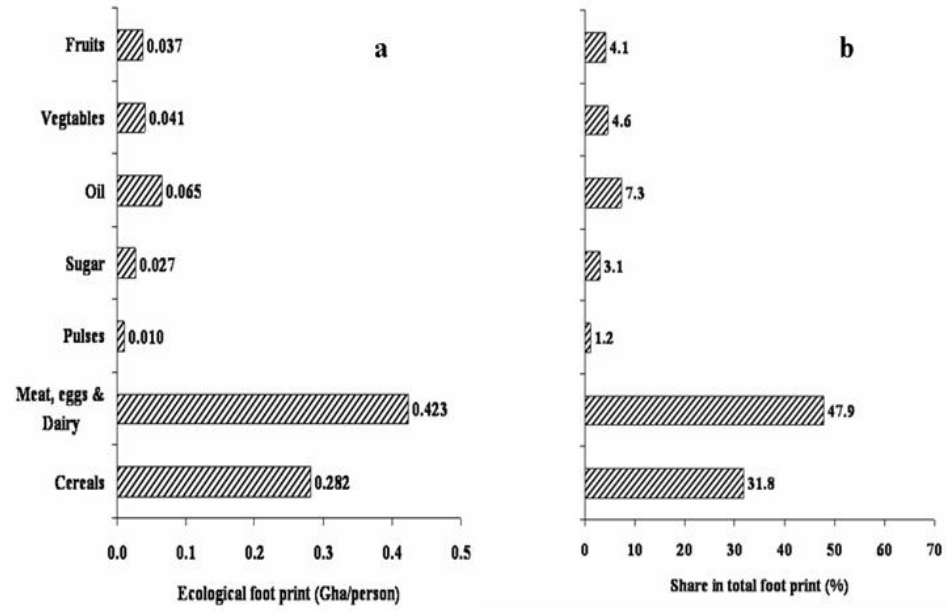
تفاوت ردپای غذا در بین کشورهای مختلف جهان بسیار زیاد است و همانگونه که انتظار می‌رود بزرگترین مقادیر مربوط به کشورهایی با مصرف سرانه بالا بویژه گوشت می‌باشد (Louwagie et al., 2012). در فاصله سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۰ میلادی مصرف جهانی انواع گوشت ۵۲ درصد افزایش یافته که بخش عمده آن مربوط به کشورهای در حال توسعه می‌باشد (FAO, 2013) بطوری‌که این افزایش در کشورهای توسعه یافته ۲۵ درصد و در کشورهای در حال توسعه ۱۰۰ درصد گزارش شده است (Rosegrant et al., 2009). بالا رفتن تقاضا برای گوشت باعث خواهد شد که مقدار قابل توجهی از غلات به جای مصرف مستقیم به عنوان علوفه مورد استفاده قرار گیرد. کارآیی تبدیل علوفه به گوشت بسته به نوع دام از ۳ تا ۶ متغیر است، یعنی برای تولید هر کیلوگرم گوشت به ۳ تا ۶ کیلوگرم علوفه نیاز است (WWF, 2002). بالا بودن کارآیی تبدیل در طیور باعث تقاضای بیشتر برای این نوع گوشت در ۱۲ سال گذشته شده است، بطوری‌که در طی این دوره۴۰ درصد از افزایش مصرف مربوط به گوشت طیور می‌باشد (FAO, 2004). بنابراین، واضح است که با افزایش تقاضا برای این محصول حتی با بالاترین کارآیی تولید نیز، ردپای اکولوژیکی غذا بزرگتر خواهد شد (Louwagie et al., 2012).

مقایسه هکتار جهانی و هکتار محلی

ردپای غذای کشور بر اساس هکتار محلی معادل ۱/۰۴ هکتار بر نفر برآورد شد که در مقایسه با هکتار جهانی (۰/۸۸) تا حدودی بزرگتر است. مقایسه ردپای مجاسبه شده با این دو واحد در بین گروه‌های مختلف مواد غذایی (شکل ۵) نشان داد که این اختلاف عمدتا به دلیل بزرگتر بودن ردپای گوشت و لبنیات در واحد هکتار

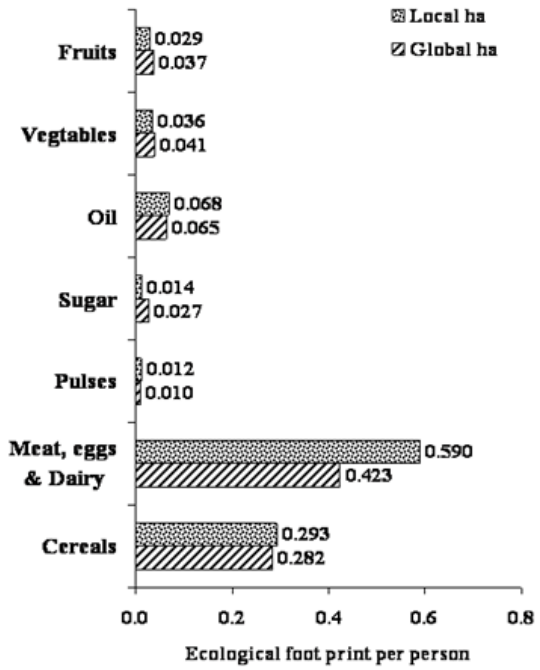
1- Fiber and timber

محلی نسبت به هکتار جهانی ایجاد شده و در مورد سایر گروه‌های غذایی تفاوت چشمگیری بین واحدها وجود ندارد.



شکل ٤- ردپای اکولوژیکی غذای کشور برای گروه‌های مختلف مواد غذایی (a) و توزیع درصدی آن بین گروه‌ها (b) محاسبه شده بر اساس داده‌های سال ۹۲-۱۳۹۱

Fig. 4- Ecological footprint of different food stuffs in Iran (a) and contribution of food groups in total footprint (b) calculated based on 2012-2013 data



شکل ٥- مقایسه ردپای اکولوژیکی غذای کشور بر حسب هکتار جهانی و هکتار محلی بر نفر برای گروه‌های مختلف مواد غذایی (a) و توزیع درصدی آن بین گروه‌ها (b) محاسبه شده بر اساس داده‌های سال ۹۲-۱۳۹۱

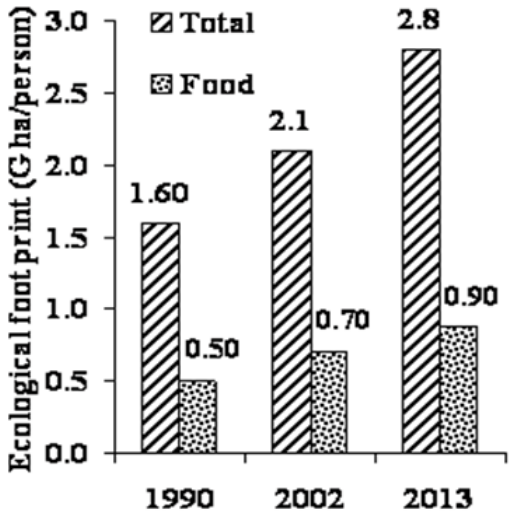
Fig. 5- Comparison of ecological footprint in Global hectare and Local hectare per person for different food stuffs in Iran calculated based on 2012-2013 data

محاسبه ردپا بر حسب هکتار جهانی از این نظر اهمیت دارد که کشورها و مناطق مختلف را به سهولت می‌توان با هم مقایسه کرد (Wackernagel & Yount, 2000)، زیرا با توجه به معادله (۲) محاسبه ردپا با این واحد بر اساس میانگین جهانی عملکرد هر محصول صورت می‌گیرد، ولی دارای این اشکال مهم است که کارآیی سیستم تولید ملی در آن لحاظ نمی‌شود (Wiedmann & Lenzen, 2007). در واقع چنانچه عملکرد یک محصول در مقیاس ملی افزایش یابد، ولی میانگین جهانی آن ثابت بماند، ردپا در واحد هکتار جهانی تغییری نمی‌کند، ولی در واحد هکتار محلی ردپای همان محصول کوچک‌تر می‌شود، زیرا در مخرج معادله (۲) میانگین عملکرد کشور قرار خواهد گرفت. بنابراین، با مقایسه ردپا در دو مقیاس جهانی و ملی می‌توان کارآیی سیستم تولید ملی را با میانگین جهانی برای هر محصول ارزیابی کرد (White, 2007). برای مثال، جهت تأمین گوشت و لبنیات به ازای هر نفر ۰/۴۲ هکتار جهانی زمین نیاز است، در صورتی که بر اساس میانگین عملکرد کشور برای تأمین همین نیاز به ۰/۵۵ هکتار محلی زمین نیاز خواهد بود (شکل ۵). به بیان دیگر، کارآیی تولید گوشت و لبنیات در کشور در حدود ۳۰ درصد کمتر از متوسط جهان است، در حالی‌که این کارآیی در مورد گیاهان قندی، میوه و سبزیجات بالاتر از میانگین جهانی می‌باشد. اختلاف مشاهده شد در غلات نیز ناشی ازپایین بودن میانگین عملکرد ذرت در کشور است، زیرا در مورد سایر محصولات این گروه متوسط عملکرد کشور در حدود میانگین جهانی و حتی بالاتر از آن است (Nassiri & Koocheki, 2014).

تغییرات زمانی ردپای غذا در کشور

برآوردهای موجود در مورد ردپای اکولوژیکی ایران نشان می‌دهد که ردپای کل و غذای کشور در فاصله سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۹۰ میلادی (۹۲-۱۳۷۰ شمسی) ۷۵ درصد افزایش یافته است (شکل ۶). چون میزان این افزایش در مورد هر دو ردپا یکسان می‌باشد بنابراین، سهم ردپای غذا در ردپای اکولوژیکی کل طی این دوره تقریباً ثابت و در حدود ۳۲ درصد بوده است.

در سال ۲۰۱۰ میلادی میانگین جهانی ردپای اکولوژیکی غذا معادل ۰/۹ هکتار جهانی بر نفر بوده (WWF, 2012) که نسبت به سال ۲۰۰۲ تغییری نکرده است؛ در حالی‌که ردپای اکولوژیکی غذا در ایران (۰/۸۸ هکتار جهانی بر نفر) اگر چه در حال حاضر مشابه میانگین جهانی است، ولی نسبت به سال ۱۹۹۰ میلادی در حدود ۷۵ درصد و در مقایسه با سال ۲۰۰۲ که ۰/۷ هکتار جهانی بر نفر بوده (WWF, 2002) در حدود ۲۵ درصد افزایش یافته است. البته این افزایش در اکثرکشورهای جهان در دامنه‌ای بین ۵ تا ۲۸ درصد بوده و بالاترین میزان رشد ردپای غذا در کویت و امارات به نرتیب معادل ۵۰ و ۳۶ درصد نیز گزارش شده است (Hails et al., 2006). با وجودی‌که تغییر الگوی مصرف نقش مهمی در افزایش ردپای غذا دارد (Moffat, 2000)، ولی روش مدیریت بوم نظام‌های کشاورزی نیز بر آن مؤثر است، برای مثال، استفاده از مواد غذایی که در نظام‌های ارگانیک تولید می‌شوند، به دلیل عملکرد پایین‌تر این محصولات ردپای غذا را بزرگتر کرده و در مقابل ردپای انرژی برای تولید غذا را کاهش می‌دهد (Frey & Barrett, 2007).



شکل ٦- تغییرات ردپای اکولوژی غذا و کل کشور در طی سه دهه گذشته

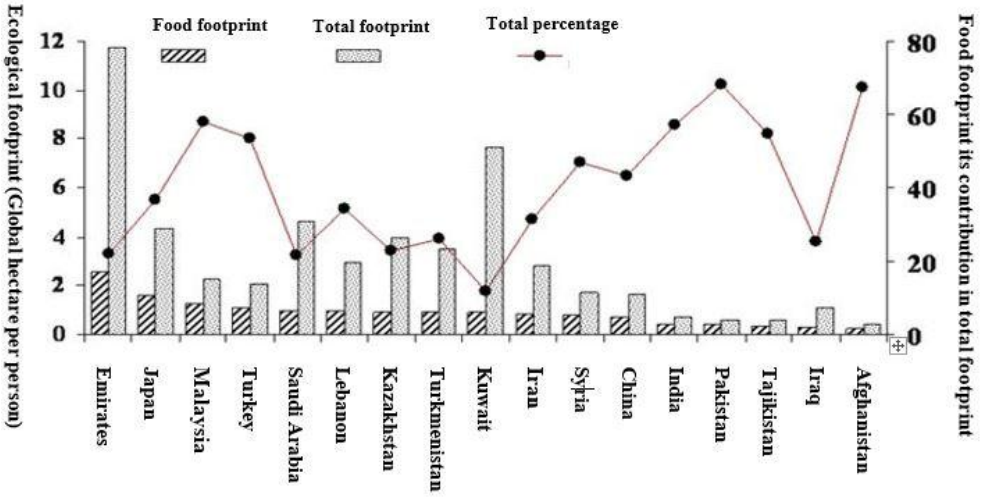
داده‌ها مربوط به نتایج این تحقیق و WWF, 2006, 2012 می‌باشد.

Fig. 6- Food and fiber and total ecological footprint of Iran during the last 3 decades

Data from this research and WWF, 2006; 2012.

مقایسه ردپای غذای ایران با سایر کشورها

در شکل ۷ ردپای اکولوژیکی غذا و کل برای برخی از کشورهای آسیایی از جمله کشورهای همسایه ایران ارائه شده است.



شکل ۷- ردپای اکولوژیکی غذا و سهم این ردپا از ردپای کل در برخی از کشورهای آسیا شامل ایران و کشورهای همسایه

داده‌های ایران از نتایج این پژوهش و سایر کشورها از WWF, 2012 می‌باشند.

Fig. 7- Ecological footprint of food and fiber and its contribution in total footprint of some Asian countries including Iran and the neighbors

Data of Iran is the results of this research and other countries from WWF, 2012.

بزرگترین و کوچکترین ردپای غذا در آسیا به ترتیب مربوط به کشورهای امارات (۲/۸ هکتار جهانی بر نفر) و افغانستان (۰/۲ هکتار جهانی بر نفر) بوده و میانگین ردپای غذا در قاره آسیا ۰/۷ هکتار جهانی بر نفر است (WWF, 2012) که کوچکتر ازمقدار این ردپا در ایران می‌باشد.

بطور کلی، بالاترین مقادیر ردپای اکولوژیکی مربوط به کشورهای توسعه یافته و کمترین مقادیر مربوط به کشورهای در حال توسعه می‌باشد برای مثال، در سال ۲۰۱۰ میلادی ردپای اکولوژیکی چین ۱/۷، هندوستان ۰/۸، آمریکا ۹/۶، کانادا ۷/۶ و انگلستان ۵/۶ هکتار جهانی به ازای هر نفر برآورد شده است (WWF, 2012). این تفاوت عمدتاً تابع شرایط اقتصادی این کشورهاست، زیرا بررسی‌های انجام شده مؤید آن است که میزان درآمد سرانه بیشترین همبستگی را با ردپای اکولوژیکی دارد (White, 2007; Moffat, 2000).

رتبه‌بندی کشورهای جهان از نظر ردپای غذا و ردپای کل یکسان نیست. برای مثال، امارات با ردپای اکولوژیکی ۱۱/۸۷ و کویت با ردپای اکولوژیکی ۷/۴۳ هکتار جهانی بر نفر به ترتیب در رده اول و پنجم جهان (بعد از آمریکا، فنلاند و کانادا) قرار دارند (Hails et al., 2006)، در حالی‌که بزرگترین ردپای غذا در جهان(۴/۴ هکتار جهانی بر نفر) مربوط به فنلاند بوده، آمریکا در جایگاه پنجم و امارات و کویت به‌ترتیب در رده‌های ۱۱ و ۲۰ می‌باشند (White, 2007).

ردپای غذا تابع اندازه جمعیت، میزان مصرف سرانه (الگوهای مصرف) و نیز کارآیی استفاده از منابع است (Wackernagel et al., 2004). در کشورهایی نظیر هند و چین مقدار سرانه ردپای غذا و کل کوچک است که این امر به دلیل بالا بودن جمعیت این کشورهاست. در واقع چنانچه مقدار ردپا در جمعیت این کشورها ضرب شود کل مساحت مورد نیاز برای تأمین غذای آنها بسیار بزرگ خواهد بود. ردپای غذا مردم هند ۰/۵ هکتار جهانی بر نفر است، ولی به علت فشردگی جمعیت تراکم این ردپا زیاد است، بطوری‌که در هر کیلومتر مربع ردپایی بیش از ۱۰۰۰ هکتار جهانی وجود دارد (WWF, 2012)، یعنی هر کیلومتر مربع زمین باید غذای جمعیتی معادل ۲۰۰۰۰ نفر را تأمین کند، بدیهی است که این شرایط فشار زیادی را بر منابع طبیعی وارد می‌سازد.

ردپای اکولوژیکی شامل سه جزء اصلی یعنی غذا، انرژی و ساخت و ساز می‌باشد. بررسی‌ها نشان داده که ساخت و ساز کوچکترین بخش ردپای کل بوده و میانگین جهانی سهم آن از ردپای کل در حدود چهار درصد است (Hails et al., 2006). بنابراین، غذا و انرژی بیش از ۹۵ درصد ردپای اکولوژیکی را شامل شده و بدیهی است که با کاهش سهم ردپای غذا، ردپای انرژی افزایش خواهد یافت (Siche et al., 2008).

در مقیاس جهانی ردپای غذا ۴۳ درصد از کل ردپای اکولوژیکی را شامل می‌شود (White, 2007)، در حالی‌که در ایران سهم غذا در ردپای کل در حدود ۳۲ درصد است. در امارات و کویت که عمدتاً واردکننده مواد غذایی هستند یا مواد غذایی را با صرف انرژی زیاد تولید می‌کنند، ردپای غذا نسبتاً کوچک است، ولی سهم آن در ردپای کل ۱۰ تا ۲۰ درصد بوده و در نتیجه ردپای انرژی آنها بسیار بزرگ خواهد بود (شکل ۷) در کشورهایی نظیر فنلاند، نیوزیلند، هلند، فرانسه، نروژ یا کانادا ردپای غذا به دلیل بالا بودن میزان مصرف

سرانه بزرگ است، ولی در عین حال بیش از ۵۰ درصد ردپای کل مربوط به غذا می‌باشد که نشان می‌دهد تولید غذا در سیستم‌هایی است که ردپای انرژی آنها کوچک می‌باشد (Collins & Fairchild, 2007). در آمریکا ردپای غذا بزرگ ولی تنها ۳۰ درصد ردپای کل است، زیرا علاوه بر مصرف سرانه بالا، تولید غذا در سیستم‌های پرنهاده انجام شده و در نتیجه سهم ردپای انرژی افزایش یافته است (Kissinger, 2013). در آسیا میانگین ردپای غذا ۰/۷ هکتار جهانی بر نفر است، البته در کشورهای پر جمعیت این قاره مثل چین، هند و پاکستان، ردپای غذا سهم بیشتری از ردپای کل را به خود اختصاص داده است (شکل ۷)، در مقابل پایین بودن کارآیی استفاده از منابع و عملکرد کم محصولات زراعی در کشورهایی نظیر افغانستان یا تاجیکستان باعث شده است تا بخش عمده ظرفیت زیستی صرف تولید غذا شود (White, 2007). به نظر می‌رسد که در ایران پایین بودن سهم ردپای غذا در ردپای کل (۳۲ درصد) به دلیل بالا بودن ردپای انرژی است. برای مثال، ساسان‌پور (Sassanpour, 2006) ردپای اکولوژیکی و غذای شهر تهران را به‌ترتیب ۲/۴۶ و ۰/۹۱ هکتار بر نفر گزارش کردند که نشان‌دهنده سهم ۳۷ درصدی غذا در ردپای کل است. از سوی دیگر قرخلو و همکاران (Gharakhloo et al., 2013) ردپای اکولوژیکی شهر کرمانشاه را ۱/۸۲ هکتار بر نفر برآورد کردند که غذا ۶۷ درصد آن را (۱/۲۲ هکتار بر نفر) شامل می‌شد. می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در کلان شهرهایی که وارد کننده مواد غذایی هستند انرژی سهم بیشتری از ردپای کل را بخود اختصاص می‌دهد، در حالی‌که در شهرهای کوچک با الگوی متفاوت زندگی، ردپای غذا بزرگتر خواهد بود.

نتیجه‌گیری

ردپای اکولوژیکی مساحتی از اراضی است که برای حفظ روش رایج زندگی مردم یک منطقه مورد نیاز می‌باشد و غذا بخش قابل نوجهی از این ردپا را بخود اختصاص می‌دهد. بدیهی است که این مساحت نمی‌تواند بطور نامحدود افزایش یابد بنابراین، ردپا نشان دهنده محدودیت موجود در توسعه زندگی انسان بر اساس ظرفیت زیستی جهان است. نتایج این پژوهش نشان داد که در حال حاضر ردپای اکولوژیکی غذا در ایران معادل ۰/۸۸ هکتار جهانی بر نفر است که بزرگتر از قاره آسیا و تقریباً مشابه میانگین ردپای غذا در جهان می‌باشد. از بین گروه‌های مختلف مواد غذایی بیشترین ردپا (۰/۴۳ هکتار جهانی بر نفر) مربوط به فرآورده‌های دامی (گوشت و لبنیات) است در حالی‌که این اقلام تنها ۱۵ درصد مصرف غذای کشور را شامل می‌شوند.

افزایش جمعیت توام با افزایش درآمد سرانه باعث تغییر الگوهای مصرف مواد غذایی شده و در نتیجه تقاضا برای مواد غذایی را افزایش می‌دهد. تأمین نیاز روزافزون جمعیت به مواد غذایی مستلزم فشار بر منابع پایه به‌منظور تولید بیشتر، افزایش واردات مواد غذایی یا هر دو مورد خواهد شد. این وضعیت در حال حاضر در اغلب کشورهای در حال توسعه و نیز ایران مشهود است، بطوری‌که بر اساس یافته‌های این تحقیق ردپای غذای کشور در طی ۲۳ سال گذشته در حدود ۷۵ درصد افزایش یافته است. تداوم این وضعیت باعث پیشی گرفتن تدریجی ردپای اکولوژیکی از ظرفیت زیستی خواهد شد و از بین رفتن پایداری بوم‌نظام‌های کشاورزی را به همراه خواهد داشت. مواجهه با این شرایط مستلزم آگاهی از وضعیت موجود و روند آینده ردپای غذا بر اساس شاخص‌های کمی می‌باشد تا از این طریق راهکارهای مناسب مورد ارزیابی قرار گیرند.

سپاسگزاری

بودجه این تحقیق از محل اعتبارات طرح پژوهه شماره ۱۴۹۲۰/۱ مورخ ۱۳۸۹/۰۴/۰۱ توسط معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Ara Begum, R., Pereira, J.J., Jaafar, A.H., and Al-Amin, A.Q. 2009. An empirical assessment of ecological footprint calculations for Malaysia. Resources, Conservation and Recycling 53: 582–587.

Arabi Yazdi, A., Alizadeh, A., and Mohammadian, F. 2009. Ecological footprint of water in agricultural sector of Iran. Journal of Water and Soil 23(2): 1-15. (In Persian with English Summary)

Carlsson-Kanyama, A., and Gonzalez, A.D. 2009. Potential contributions of food consumption patterns to climate change. The American Journal of Clinical Nutrition 89: 1704–1709.

Chen, D., Gao, W., Chen, Y., and Qiao, Z. 2010. Ecological footprint analysis of food consumption of rural residents in China in the latest 30 years. Agriculture and Agricultural Science Procedia 1: 106–115.

Collins, A., and Fairchild, R. 2007. Sustainable food consumption at a sub-national level: an ecological footprint, nutritional and economic analysis. Journal of Environmental Policy and Planning 9: 15–30.

FAO, 2010. FAO Statistics., http://faostat.fao.org/ default.aspx.

FAO. 2004. Globalization, urbanization and changing food systems in developing countries. In The state of food insecurity in the world 2004, pp. 18–19. Rome.

Ferng, J.J. 2007. Resource-to-land conversions in ecological footprint analysis: The significance of appropriate yield

data. Ecological Economics 62: 379–382.
Frey, S., and Barrett, J. 2007. The Footprint of Scotland's Diet– the Environmental Burden of What We Eat. Stockholm Environment Institute, York, UK.
Gharakhloo, M., Hatami Nejad, H., Baghvand, A., and Yalve, M. 2013. Evaluation of urban development sustainability with ecological footprint (Case study: The city of Kermanshah). Human Geography Research Quarterly 45(2): 105-120. (In Persian with English Summary)
Hails, C., Loh, J., and Goldfinger, S. 2006. Living Planet Report. 2006. World Wide Fund for Nature International (WWF), Zoological Society of London (ZSL), Global Footprint Network, Gland, Switzerland.
Huang, Q., Wang, R., Renc, Z., Li, J., and Zhang, H. 2007. Regional ecological security assessment based on long periods of ecological footprint analysis. Resources, Conservation and Recycling 51: 24–41.
Kissinger, M. 2013. Approaches for calculating a nation's food ecological footprint-The case of Canada. Ecological Indicators 24: 366–374.
Kitzes, J., Galli, A., Baglianic, M., Barrett, J., Dige, G., Ede, S., Erb, K., Giljum, S., Haber, H., Hails, C., Jolia-Ferrierj, L., Jungwirt, S., Lenzen, M., Lewis, K., Loh, J., Marchettini, N., Messingero, H., Milnek, K., Molesp, R., Monfred, C., Moran, D., Nakano, K., Pyhälät, A., Rees, W., Simmons, C., Wackernagel, M., Wada, Y., Walsh, C., and Wiedmanm, T. 2009. A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts. Ecological Economics 68: 1991–2007.
Kitzes, J., and Wackernagel, M. 2009. Answers to common questions in Ecological Footprint Accounting. Ecological Indicators 9: 812–817.
Lenzen, M., and Murray, S.A. 2001. A modified ecological footprint method and its application to Australia. Ecological Economics 37: 229–255.
Louwagie, G., Northey, G., Finn, J.A., and Purvis, G. 2012. Development of indicators for assessment of the environmental impact of livestock farming in Ireland using the Agri-environmental Footprint Index. Ecological Indicators 18: 149–162.
Moffat, I. 2000. Ecological footprints and sustainable development. Ecological Economics 32: 359–62.
Nassiri, M., and Koocheki, A. 2014. Long term evaluation of yield stability trend for cereal crops in Iran. Journal of Agroecology in Press. (In Persian with English Summary)
Rees, W.E. 1992. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. Environment and Urbanization 4(2): 121–130.
Rees, W.E. 1996. Revisiting carrying capacity: area-based indicators of sustainability. Population and Environment 17: 195–215.
Rosegrant, M.W., Paisner, M.S., Meijer, S., and Witcover, J. 2009. International Food Policy Research Institute, Sustainable Food Security for All by 2020: Proceedings of an International Conference, Bonn, Germany (Washington, DC: IFPRI, 2009).
Samadpour, F. 2006. Assessment of environmental effects and high density urban development with ecological footprint (Case study: district of Elahieh in Tehran city). PhD Thesis, Tehran University, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
Sanderson, E.W., Jaiteh, M., Levy, M.A., Redford, K.H., Wannebo, A.V., and Woolmer, G. 2002. The Human Footprint and the Last of the Wild. BioScience 52: 891-904.
Sassanpour, F. 2006. Examining the stability of Tehran metroplolice with the ecological footprint method. PhD thesis, University of Tabriz, Tabriz, Iran. (In Persian with English Summary)
Siche, J.R., Agostinho, F., Ortega, E., and Romeiro, A. 2008. Sustainability of nations by indices: Comparative study between environmental sustainability index, ecological footprint and the energy performance indices. Ecological Economics 66: 628–637.
Stoglehner, G. 2003. Ecological footprint: a tool for assessing sustainable energy supplies. Journal of Cleaner Production 11: 267–277.
Van Vuuren, D.P., and Bouwman, L.F. 2005. Exploring past and future changes in the ecological footprint for world regions. Ecological Economics 52: 43-62.
Wackernagel, M., and Rees, W.E. 1996. Our ecological footprint: reducing human impact on the earth. Gabriola Island: New Society Publishers 55 pp.
Wackernagel, M., and Yount, J.D. 2000. Footprints for sustainability: the next steps. Environment, Development and Sustainability 2: 21–42.
Wackernagel, M., Monfreda, C., Schulz, N.B., Erb, K.H., Haberl, and H., Krausmann, F. 2004. Calculating national and global ecological footprint time series: resolving conceptual challenges. Land Use Policy 21: 271–278.
White, T.J. 2007. Sharing resources: The global distribution of the Ecological Footprint. Ecological Economics 64: 402-410.
Wiedmann, T., and Lenzen, M. 2007. On the conversion between local and global hectares in Ecological Footprint analysis. Ecological Economics 60: 673–677.
WWF. 2002. Living Planet Report 2002. World Wildlife Found Editor.
WWF. 2012. Living Planet Report 2012: Biodiversity, biocapacity and better choices. Gland, Switzerland.

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1023-1034

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۰۳۴-۱۰۲۳

Ecological Footprint of Foodstuff in Iran

A. Koocheki[1]*, M. Nassiri Mahallati[1] and S. Khorramdel[2]

Submitted: 22-10-2014
Accepted: 03-12-2014

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Khorramdel, S. 2019. Ecological footprint of foodstuff in Iran. Journal of Agroecology. 10(4):1023-1034.

Introduction

The concept of ecological footprint was first proposed by Rees (1992) and further developed by Wackernagel and Yount (2000). This is an index based on the land area needed for basic requirements and also the waste disposal of an individual in a specific geographic location and usually calculated on the basis of area per capita which is normally global hectare (Gha) per capita. Based on the report of World Wildlife Found, total world ecological footprint for the year 2010 has been estimated to be 18.2 billion global hectares (Gha) with a per capita 2.7 Gha. This index is reciprocal of carrying capacity.

During the last two decades ecological footprint accounting is used widely for evaluation of ecosystems sustainability. However, limited information is available about ecological footprint of Iran and its components. In this research the state of production and consumption of different food stuffs and ecological footprint of food were calculated for Iran and the results are compared with other countries.

Materials and Methods

Data was collected for different group of agriculture foods including cereals, oil crops, pulses, dairy products, meat, fruits and vegetables from Ministry of Jihad Agriculture, Ministry of Commerce and also from other published data in official databases in the country. Calculation was made by the method provided in the literature.

Based on these factors ecological foodprint for each food product (ef_i) on the bases of Gha can be calculated from equation 1.

$$ef_i = A_i \times f_{e,i} \qquad \text{Equation (1)}$$

In which *efi*: is the foodprint for product *i*, A_i: is the land area required for the same product *i* and $f_{e,i}$: is the conversion factor for product *i* (Gha per ha).

Calculation of foodprint

$$EF = \sum_{i=1}^{n} ef_i \qquad \text{Equation (2)}$$

$$ef = \frac{EF}{N} \qquad \text{Equation (3)}$$

Where *EF* is total ecological footprint (Gha), *ef*: per capita ecological footprint in terms of Gha and *N*: total population of the country.

Results and Discussion

The amount of total food production and consumption in 2013 were estimated as 89.5 and 94.6 Mg, respectively with self-sufficiency coefficient (production: consumption ratio) of 0.87. Self-sufficiency of cereals, oil crops and sugar crops were calculated as 0.69, 0.12 and 0.48, respectively that shows these food groups are highly import-dependent. However, production of vegetables and fruits exceeded their consumption and for other food items consumption was balanced by production. Ecological footprint of food estimated as 0.88 Gha/person and increased to 1.04 ha/person when calculated based on local hectares. Component analysis showed that this difference was due to lower efficiency of cereal and meat and dairy production systems of the country compared to world averages. Meat and dairy products accounted for 48% of food footprint of Iran and 33% of this footprint was due to cereals. Based on our results, Iranian

1- and 2- Professor and Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: akooch@um.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v10i4.40518

food footprint is higher than Asia (0.7 Gh/person) and is almost the same as the world average (0.9 Gh/peron). Moreover, footprint of food is increased over the country by 76% during years 2000-2013 and this trend could led to severe environmental consequences.

Conclusion

Except for vegetable oils, sugar and cereals, the production and consumption of other groups of food materials are in balance, even for some groups such as fruits and vegetables. There is a small surplus in production over consumption for some extent dairy products. Foodprint for Iran is higher than the value for Asia and is similar to average for the world. In general, foodprint differs significantly amongst the nation and as expected this value is higher in those countries with higher consumption of meat. Higher demand for consumption of meat has caused an increase in indirect consumption of cereals for meat production. It should be noted that since foodprint is based on global hectare, comparison between countries and regions are simply possible. In fact if yield of a crop at national level is increased but world mean yield does not change, foodprint based on global hectare remains unchanged but if it is calculated on the bases of local hectare, foodprint will decrease. Therefore, system efficiency can be evaluated at national level, by comparison of foodprint at two different scales of global hectare and local hectare.

Acknowledgement

This research (14920.1) was funded by vice chancellor for research of Ferdowsi University of Mashhad, which is hereby acknowledged.

Keywords: Foodprint, Food security, Local hectare, Self-sufficiency coefficient